

Jurnal TEKNIK SIPIL

Suyadi

Perilaku Jembatan Bentang Menerus
Akibat Beban Gempa Rencana SNI-1726-2002
Dengan Peta Gempa 2010

Theresita Herni Setiawan

Studi Penelitian Pembangunan Rumah Walet
Studi Kasus Rumah Walet Rawaluku
Propinsi Bandar Lampung

Yosafat Aji Pranata,
Bambang Suryoatmono,
Johannes Adhijoso Tjondro

Penelitian Eksperimental Kuat
Leleh Lentur (F_{yb}) Baut

Yoyong Arfiadi

Implikasi Penggunaan Peta Gempa 2010
Pada Perencanaan Gedung
di Kota Yogyakarta

Jf. Soandrijanie L

Pengaruh Penambahan Minyak Pelumas Bekas
dan *Styrofoam* Pada Beton Aspal

Nectaria Putri Pramesti

Hubungan Gaya Kepemimpinan
Manajemen Proyek, Kepercayaan
dan Keberhasilan Proyek Konstruksi

Soewignjo Agus Nugroho,
Gunawan Wibisono,
Fidal Kasbi

Analisa Peningkatan Kekuatan Tanah
Yang Diperkuat Serat dan Bahan Stabilitas
Pada Sisi Kering dan Sisi Basah

Imam Suprayogi,
Trimaijon,
Nurdin,
Rio Saputra

Pola Pengoperasian Pintu Pembilas
Terhadap Laju Sedimentasi Tahunan
Pada Bendung Sei Tibun,
Kabupaten Kampar, Provinsi Riau

Jurnal **TEKNIK SIPIL**

Volume 12 Nomor 2, April 2013

ISSN 1411-660X

Jurnal Teknik Sipil adalah wadah informasi bidang Teknik Sipil berupa hasil penelitian, studi kepustakaan maupun tulisan ilmiah terkait. Terbit pertama kali Oktober tahun 2000 dengan frekuensi terbit dua kali setahun pada bulan Oktober, April. (ISSN 1411-660X)

Pemimpin Redaksi

Agatha Padma L, S.T., M.Eng

Anggota Redaksi

Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.

Ir. Pranawa Widagdo, M.T.

Ferianto Raharjo, S.T., M.T.

Mitra Bebestari

Ir. A. Koesmargono, MCM, Ph.D

Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng

Dr. Ir. Imam Basuki, M.T

Ir. Peter F. Kaming, M.Eng, Ph.D

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D

Tata Usaha

Hugo Priyo Nugroho

Alamat Redaksi dan Tata Usaha:

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 487711 (hunting) Fax (0274) 487748

Email : jurnalsipil@mail.uajy.ac.id

Redaksi menerima sumbangan artikel terpilih di bidang Teknik Sipil pada Jurnal Teknik Sipil.
Naskah yang dibuat merupakan pandangan penulis dan tidak mewakili Redaksi

Jurnal Teknik Sipil diterbitkan oleh Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pelindung: Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Penanggung Jawab: Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jurnal TEKNIK SIPIL

Volume 12 Nomor 2, April 2013

ISSN 1411-660X

Jurnal Teknik Sipil adalah wadah informasi bidang Teknik Sipil berupa hasil penelitian, studi kepustakaan maupun tulisan ilmiah terkait.

DAFTAR ISI

PERILAKU JEMBATAN BENTANG MENERUS AKIBAT BEBAN GEMPA RENCANA SNI-1726-2002 DENGAN PETA GEMPA 2010 <i>Suyadi</i>	75-85
STUDI PENELITIAN PEMBANGUNAN RUMAH WALET STUDI KASUS RUMAH WALET RAWALUKU PROPINSI BANDAR LAMPUNG <i>Theresita Herni Setiawan</i>	86-97
PENELITIAN EKSPERIMENTAL KUAT LELEH LENTUR (F_{yb}) BAUT <i>Yosafat Aji Pranata, Bambang Suryoatmono, Johannes Adhijoso Tjondro</i>	98-103
IMPLIKASI PENGGUNAAN PETA GEMPA 2010 PADA PERENCANAAN GEDUNG DI KOTA YOGYAKARTA <i>Yoyong Arfiadi</i>	104-116
PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK PELUMAS BEKAS DAN STYROFOAM PADA BETON ASPAL <i>Jf. Soandrijanie L</i>	117-127
HUBUNGAN GAYA KEPEMIMPINAN MANAJEMEN PROYEK, KEPERCAYAAN DAN KEBERHASILAN PROYEK KONSTRUKSI <i>Nectaria Putri Pramesti</i>	128-136
ANALISA PENINGKATAN KEKUATAN TANAH YANG DIPERKUAT SERAT DAN BAHAN STABILITAS PADA SISI KERING DAN SISI BASAH <i>Soewignjo Agus Nugroho, Gunawan Wibisono, Fidal Kasbi</i>	137-144
POLA PENGOPERASIAN PINTU PEMBILAS TERHADAP LAJU SEDIMENTASI TAHUNAN PADA BENDUNG SEI TIBUN, KABUPATEN KAMPAR, PROVINSI RIAU <i>Imam Suprayogi, Trimaizon, Nurdin, Rio Saputra</i>	145-154

POLA PENGOPERASIAN PINTU PEMBILAS TERHADAP LAJU SEDIMENTASI TAHUNAN PADA BENDUNG SEI TIBUN, KABUPATEN KAMPAR, PROVINSI RIAU

Imam Suprayogi, Trimaijon, Nurdin, Rio Saputra

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Pekanbaru

email : drisuprayogi@yahoo.com

Abstract: The purpose of this research is setting an operational pattern of the flushing gate due to the annual sedimentation rate in the Sei Tibun Weir, Kampar Region, Riau Province. The problem arose because there is no operation manual of the flushing gate at the Weir that make the officer difficult to decide the exact sediment flushing time and the size of the flushing gate. The field condition showed that the officer must clean the sediment at the irrigation canal manually, which can be evaded with a routine sediment flushing. The method used to describe the operational pattern of the flushing gate considering the hydraulic aspects was a physical modeling with 1:1 scale, which was the Sei Tibun Weir itself. The actual field condition approached with idealization shapes to simplify the calculation procedure. The main result of this research showed the value of the annual sedimentation rate in the Sei Tibun Weir was 13.320,65 m³/year. In order to achieve a longer service function of the Weir, routine flushing needed every 8 months with the size of the flushing gate was 31.7 cm if one flushing gate operated for 6 hours. If two flushing gate operated in the same duration, the size of the flushing gate was 15 cm.

Keywords: sedimentation rate, weir, flushing gate, physical model

Abstrak: Tujuan penelitian adalah menetapkan pola pengoperasian pintu pembilas terhadap laju sedimentasi tahunan pada Bendung Sei Tibun, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Permasalahan ini muncul akibat belum adanya manual operasional pintu pembilas di bendung. Hal ini menyebabkan juru ukur bendung kesulitan dalam menentukan waktu pembilasan sedimen dan tinggi bukaan pintunya. Kondisi di lapangan menunjukkan juru ukur Bendung Sei Tibun harus melakukan pengerukan sedimen di saluran irigasi. Kondisi tersebut seharusnya dapat teratasi apabila dilakukan pembilasan sedimen secara rutin dan berkala. Metode pendekatan yang dilakukan untuk mendiskripsikan pola pengoperasian pintu pembilas akibat pengaruh laju sedimentasi dalam meninjau aspek hidrolika adalah penyajian dalam suatu pemodelan secara fisik berskala 1:1 yang tidak lain adalah bendung itu sendiri. Dalam pemodelan ini keadaan di lapangan didekati dengan bentuk-bentuk idealisasi untuk menyederhanakan prosedur perhitungan. Hasil utama penelitian menunjukkan besarnya laju endapan sedimentasi tahunan yang terjadi di Bendung Sei Tibun yaitu sebesar 13.320,65 m³/tahun. Untuk menjaga agar fungsi layan Bendung Sei Tibun lebih lama, maka diperlukan pembilasan secara rutin dan berkala yaitu minimal setiap 8 bulan sekali dengan tinggi minimum bukaan pintu pembilas yaitu sebesar 31,7 cm untuk pengoperasian satu pintu pembilas selama 6 jam. Sedangkan jika dilakukan pengoperasian dua pintu pembilas dengan durasi pembilasan yang sama, maka tinggi minimum bukaan pintu pembilas yaitu sebesar 15 cm.

Kata kunci: laju sedimentasi, bendung, pintu pembilas, model fisik

PENDAHULUAN

Pemerintah Provinsi Riau melalui Dinas Tanaman Pangan, dalam upaya mencukupi kebutuhan pangan di Provinsi Riau sejak tahun 2007 menyusun program Operasi Pangan Riau Makmur atau lazim disingkat OPRM. Konsep dasar dan tujuan dari Program OPRM terdiri dari tiga sasaran yang hendak dicapai yang pertama, meningkatkan masa panen yang

selama ini hanya sekali dalam setahun akan ditingkatkan menjadi dua kali dalam setahun, kedua, merehabilitasi sawah-sawah yang selama ini terlantar untuk dijadikan sawah produktif, dan ketiga mencetak sawah baru melalui lahan yang disediakan oleh Pemerintah Kabupaten.

Masih bersumber data dari Badan Ketahanan Pangan Provinsi Riau (2007) bahwa prioritas

pembangunan Provinsi Riau dalam mendukung kegiatan Operasi Pangan Riau Makmur (OPRM) khususnya bidang Sumber Daya Air (SDA) adalah mendukung upaya swasembada pangan Nasional dan kegiatan pertanian di Riau. Masih bersumber dari Badan Ketahanan Pangan Provinsi Riau (2007) bahwa sektor pertanian memegang peranan penting karena lebih 60% penduduknya bergerak pada sektor tersebut. Hal ini didukung oleh kondisi geografis sangat mendukung guna di kembangkannya sektor pertanian khususnya tanaman pangan. Namun dengan segala potensi yang dimiliki Provinsi Riau diketahui bahwa Provinsi Riau masih mengalami defisit beras \pm 130.000 ton/tahun.

Upaya yang dilakukan untuk mengatasi problema defisit beras di atas, Pemerintah Provinsi Riau melakukan pembangunan infrastruktur irigasi dan program transmigrasi sehingga selama PJPT I dan Program K2I Riau, sebaran transmigrasi diharapkan menghuni sebagian besar lahan-lahan potensial untuk di kembangkan menjadi lahan pertanian tanaman pangan dan cetak sawah baru. Sehingga infrastruktur jaringan irigasi eksisting dan pengembangan dapat bermanfaat dan dikelola oleh masyarakat. Kerjasama pembangunan antara Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota yang sejalan dengan Dinas Pertanian, Transmigrasi dan Bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau, diharapkan dapat mempertahankan dan memelihara daerah irigasi. Selarasnya program pemerintah dalam meningkatkan informasi dan *updating* data daerah Riau guna menunjang ketersediaan air dan penyempurnaan jaringan irigasi di Provinsi Riau.

Identifikasi Masalah

Bangunan bendung yang dilengkapi dengan pintu pembilas di Daerah Irigasi (DI) Provinsi Riau rata-rata dibangun sekitar tahun 1980-an, yang artinya umur konstruksi bendung sudah berkisar antara 25 sampai 30 tahun. Sebagai ilustrasi bersumber dari penelitian yang dilakukan oleh Rahmayeni (2010) bahwa bangunan bendung Sei Tibun adalah wujud usaha pemanfaatan dari potensi air Sei Tibun. Bendung Sei Tibun dibangun oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Kampar dan mulai

beroperasi pada tahun 1983. Lokasi bangunan bendung ini terletak di Desa Padang Mutung Kecamatan Kampar Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Tujuan utama dibangunnya Bendung Sei Tibun adalah untuk mensuplai kebutuhan irigasi pada DI Sei Tibun seluas 156,5 ha dan DI Petapahan adalah seluas 750,6 ha.

Bersumber informasi dari Juru Ukur yang bertugas di lapangan menyatakan, bahwa pintu pembilas DI Sei Tibun sejak dibangun tahun 1983 pada prakteknya baru dibuka sebanyak dua kali, padahal fungsi pintu pembilas mempunyai peran sangat vital untuk melakukan pengaturan dan pembuangan sedimentasi dari hulu ke hilir sungai guna menjaga elevasi air pintu pengambilan (*intake*) beroperasi normal dalam upaya ketersediaan air sepanjang tahun serta memenuhi kebutuhan untuk mengalirkan air ke petak sawah. Permasalahan ini muncul akibat belum adanya manual operasional pintu pembilas di bendung ini menyebabkan juru ukur bendung kesulitan dalam menentukan waktu pembilasan sedimen dan tinggi bukaan pintunya. Kondisi di lapangan menunjukkan juru ukur Bendung Sei Tibun harus melakukan pengerukkan sedimen di saluran irigasi. Kondisi tersebut seharusnya dapat teratasi apabila dilakukan pembilasan sedimen secara rutin dan berkala.

Masih dikatakan Rahmayeni (2010) dalam pengelolaan sumber daya air sering dijumpai permasalahan yang menyangkut aspek perencanaan, operasional dan pemeliharaan. Salah satu permasalahan utama yang terjadi dalam operasional bendung adalah terjadinya sedimentasi yang berdampak terhadap berkurangnya fungsional suatu bendung. Perubahan laju sedimentasi yang tidak terkontrol di Bendung Sei Tibun disebabkan karena terjadinya perubahan fungsi lahan di hulu sungai. Lahan yang dahulu berfungsi sebagai resapan air telah berubah menjadi lahan perkebunan. Hal ini menyebabkan meningkatnya erosi dan sedimentasi di Bendung Sei Tibun.

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut di atas, maka tujuan utama penelitian adalah menetapkan pola pengoperasian tinggi bukaan pintu pembilas akibat laju sedimentasi tahunan

pada Bendung Sei Tibun, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bendung Sei Tibun yang terletak di Desa Padang Mutung Kecamatan Kampar Kabupaten Kampar Provinsi Riau yang berbatasan sebelah timur dengan Desa Pulau Tinggi, sebelah barat dengan Desa Rumbio, sebelah utara dengan Sei Tibun, dan sebelah selatan dengan Desa Kebun Durian. Untuk selanjutnya lokasi penelitian bendung Sei Tibun Kabupaten Kampar Riau disajikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian Bendung Sei Tibun Kabupaten Kampar Provinsi Riau

Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dalam dua tahapan yaitu penelitian di lapangan dan pengujian di laboratorium. Data primer yang dikumpulkan di lapangan antara lain data bathimetri, data sedimen layang dan sedimen dasar, sedangkan data primer yang dikumpulkan di laboratorium antara lain data konsentrasi sedimen layang, dan data persentase butiran tanah.

Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan yaitu data debit aliran Bendung Sei Tibun yang digunakan untuk analisis durasi aliran. Data tersebut diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum

Kabupaten Kampar berupa data pengukuran tinggi muka air di atas pelimpah Bendung Sei Tibun selama tahun 2008. Data kebutuhan air irigasi diperoleh dari hasil penelitian kebutuhan air irigasi eksisting di Tibun yang dilakukan oleh Rahmayeni (2010).

Tahap Pengolahan Data

Dalam tahap pengolahan data yang adalah sebagai berikut: (1) Kebutuhan Air Irigasi dan Tinggi Bukaam Pintu Pengambilan, (2) Lengkung Durasi Aliran, (3) Lengkung Debit Sedimen, (4) Laju Rata-rata Sedimen Suspensi Tahunan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air Irigasi dan Tinggi Bukaam Pintu Intake

Kebutuhan air irigasi eksisting pintu *intake* Tibun terdiri dari kebutuhan air padi dan kebutuhan air kolam. Kebutuhan air padi diketahui melalui curah hujan efektif yang didapat dari analisis data klimatologi dan curah hujan harian, sedangkan kebutuhan air kolam dihitung berdasarkan kebutuhan pergantian air untuk genangan setiap 6 bulan, ditambah dengan kebutuhan evaporasi dan perkolasi.

Bersumber hasil penelitian yang dilakukan Rahmayeni (2010) bahwa kebutuhan air padi pada periode setengah bulan tertentu bernilai nol, hal ini disebabkan karena curah hujan efektif pada saat itu lebih besar daripada kebutuhan air di tingkat persawahan. Kebutuhan air padi yang terbesar terjadi pada bulan Februari periode I yaitu $0,11 \text{ m}^3/\text{det}$.

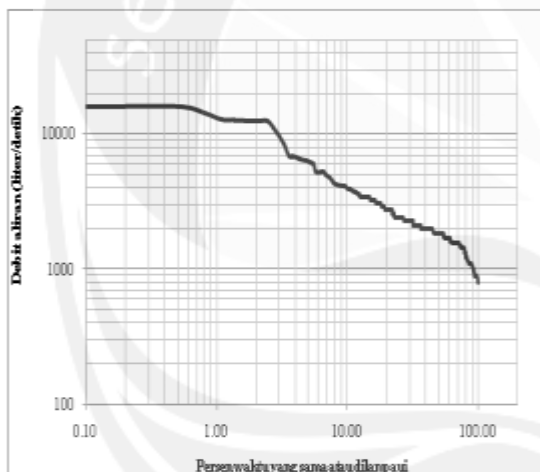
Masih bersumber hasil penelitian yang dilakukan Rahmayeni (2010) Selain kebutuhan air padi, juga terdapat kebutuhan air kolam sebesar $0,03 \text{ m}^3/\text{det}$ setiap periode setengah bulannya sehingga total kebutuhan air adalah hasil penjumlahan kebutuhan air di pintu *intake* Tibun ditambah dengan kebutuhan air kolam sebesar $0,14 \text{ m}^3/\text{det}$ pada bulan Februari periode I menyebabkan terjadinya tinggi bukaam pintu intake terbesar di periode tersebut yaitu sebesar 10 cm, sehingga untuk memenuhi debit pengambilan air tertinggi sebesar $0,14$

m³/det, maka dibutuhkan tinggi bukaan pintu intake sebesar 10 cm.

Penambahan elevasi sedimen pada bendung menyebabkan penambahan tinggi bukaan pada pintu intake. Hal ini tidak akan mengganggu debit kebutuhan air di pintu intake selama terdapat tinggi bukaan yang cukup pada pintu intake.

Lengkung Durasi Aliran (*Flow Duration Curve*)

Lengkung durasi aliran dibentuk dari data debit harian selama 1 tahun atau kurang lebih 365 data yang berasal dari pengukuran tinggi muka air di atas pelimpah pada Bendung Sei Tibun selama Tahun 2008. Hubungan debit aliran dan persentase waktu yang sama atau terlampaui disajikan seperti dalam Gambar 2 di bawah ini.



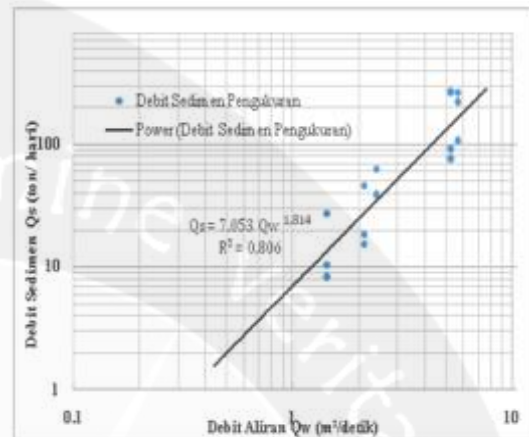
Sumber: Hasil Analisa

Gambar 2. Lengkung durasi aliran Bendung Sei Tibun

Lengkung Debit Sedimen (*Sediment Rating Curve*)

Debit aliran (Q_w) dan konsentrasi sedimen suspensi (C) memiliki korelasi terhadap debit sedimen (Q_s). Korelasi tersebut membentuk suatu persamaan hubungan antara debit aliran dan debit sedimen dalam suatu bentuk lengkung debit sedimen. Dari 5 variasi debit aliran dengan masing-masing 3 botol sampel diperoleh 15 konsentrasi sedimen suspensi. Konsentrasi tersebut didapat dengan membagi berat kering sedimen setiap sampel yang tertahan pada kertas saring dengan volume

botol sampel. Sehingga dapat dihitung debit sedimen dari setiap debit aliran dan konsentrasinya. Hubungan debit aliran dan debit sedimen ditampilkan seperti pada Gambar 3 di bawah ini.



Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 3. Lengkung debit sedimen Bendung Sei Tibun

Laju Rata-Rata Sedimen Suspensi Tahunan

Laju rata-rata sedimen suspensi tahunan dihitung dengan menggunakan kombinasi antara lengkung durasi aliran dan lengkung debit sedimen. Setiap titik tengah frekuensi debit aliran diplotkan kembali ke dalam lengkung durasi aliran untuk mengetahui debit alirannya (Q_w), kemudian debit aliran tersebut dihitung debit sedimennya (Q_s) berdasarkan persamaan debit sedimen yang diperoleh dari lengkung debit sedimen $Q_s = 7,053 Q_w^{1,814}$.

Untuk hasil analisa sedimen suspensi tahunan untuk data debit harian tercatat tahun 2008 disajikan seperti pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh debit aliran Bendung Sei Tibun sebesar 2,366 m³/det, sehingga jika dikonversikan menjadi debit aliran tahunan, maka debit alirannya bernilai $74,61 \times 10^6$ m³/tahun. Sedangkan besar sedimen suspensi harian diperoleh sebesar 49,693 ton/hari sehingga sedimen suspensi tahunannya sama dengan 18.137,98 ton/tahun. Dengan berat volume kering sedimen awal W_T bernilai 1,051 ton/m³, maka diperoleh konsentrasi sedimennya yaitu sebesar 0,02 % atau sama dengan 243,06 mg/l.

Tabel 1. Hasil analisa sedimen suspensi tahunan Bendung Sei Tibun

Batasan %	Interval	Titik Tengah	Qw (m ³ /s)	Qs (ton/s)	Qw discharge kol 2 x kol 4	Qs discharge kol 2 x kol 5
1	2	3	4	5	6	7
0,0-0,5	0,5	0,25	15,953	1072,334	0,080	5,362
0,5-1,5	1,00	1,00	12,677	706,717	0,127	7,067
1,5-5,0	3,5	3,25	8,230	322,782	0,288	11,297
5,0-15,0	10,00	10,00	3,927	84,334	0,393	8,433
15,0-25,0	10,00	20,00	2,729	43,58	0,273	4,358
25,0-35,0	10,00	30,00	2,267	31,129	0,227	3,113
35,0-45,0	10,00	40,00	1,980	24,351	0,198	2,435
45,0-55,0	10,00	50,00	1,825	21,004	0,183	2,100
55,0-65,0	10,00	60,00	1,684	18,153	0,168	1,815
65,0-75,0	10,00	70,00	1,562	15,838	0,156	1,584
75,0-85,0	10,00	80,00	1,311	11,527	0,131	1,153
85,0-95,0	10,00	90,00	0,997	7,015	0,100	0,702
95,0-98,5	3,50	96,75	0,879	5,528	0,031	0,195
98,5-99,5	1,00	99,00	0,879	5,528	0,009	0,056
99,5-100,0	0,50	99,75	0,783	4,525	0,004	0,023
Total					2,366	49,693

Keterangan: Hasil perhitungan sedimen suspensi tahunan data debit harian tercatat: 2008, Persamaan Lengkung Debit Sediman: $Q_s = 7,503 Q_w^{1,814}$ dengan Nama Sungai: Sei. Tribun Kab. Kampar

Laju Sedimen Tahunan

Total sedimen (*total load*) didapat dengan menjumlahkan sedimen suspensi tahunan (*suspended load*) dan sedimen dasar (*bed load*). Berdasarkan besarnya perhitungan laju sedimen dasar dengan menggunakan Rumus yang dikembangkan oleh Shield diperoleh laju sedimen dasar tahunan yaitu sebesar 1.813,80 ton/tahun. Maka total laju sedimentasi tahunan Bendung Sei Tibun diperoleh sebesar 19.951,78 ton/tahun atau kurang lebih mendekati 20.000 ton/tahun.

Efisiensi Tangkapan Sedimen

Bersumber dari Kriteria Perencanaan -02, bahwa efisiensi tangkapan sedimen yang dianjurkan adalah sebesar 60–70 %. Untuk keperluan perhitungan endapan sedimen maka diasumsikan banyaknya sedimen yang terendapkan di Bendung Sei Tibun yaitu sebesar 70% dari total sedimen tahunan.

Berat Volume Kering (*Bulk Density*)

Besarnya berat volume kering sedimen dipengaruhi oleh persentase material sedimen dasar yang terdiri dari: lempung (*clay*), lanau (*silt*), dan pasir (*sand*) yang mengendap di dasar bendung. Persentase material tersebut dapat diketahui dengan pengujian distribusi ukuran butir tanah dengan menggunakan hidrometer. Pengujian hidrometer dilakukan terhadap tiga lokasi pengambilan sampel sedimen dasar. Dari ketiga lokasi tersebut, diperoleh distribusi butir tanah yang berbeda seperti yang ditampilkan dalam Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 maka diperoleh harga rata-rata persentase material sedimen dasar yaitu sebesar 30,5% untuk lempung, 36 % untuk lanau dan 33,5% untuk pasir. Dengan menggunakan formula Miller dan Strand, hasil analisa berat volume kering disajikan seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Persentase material sedimen dasar Bendung Sei Tibun

Lokasi	Persentase Material Sedimen Dasar		
	Lempung (%)	Lanau (%)	Pasir (%)
Lokasi 1	31,0	29,0	40,0
Lokasi 2	20,5	36,0	43,5
Lokasi 3	40,0	43,0	17,0
Rata-rata	30,5	36,0	33,5

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3. Hasil analisa berat volume kering tahunan Bendung Sei Tibun

Berat Vol Kering (kg/m ³)	Miller (kg/m ³)	Strand (kg/m ³)
W ₁	1049,33	11051,18

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis tersebut digunakan berat volume kering menurut Strand (1973) yaitu: $W_T = 1051,18 \text{ kg/m}^3$. Hal tersebut digunakan karena berat volume kering yang besar menyebabkan kecepatan pengendapan sedimen akan semakin cepat, sehingga kapasitas tampungan akan segera terisi oleh sedimen yang pada akhirnya akan memperpendek umur layanan bendung.

Endapan Sedimen Tahunan

Besarnya sedimen yang mengendap dipengaruhi oleh efisiensi tangkapan sedimen (*trap efficiencies*) dan kerapatan sedimen yang besarnya berubah sejalan dengan waktu yang disebabkan adanya faktor konsolidasi dari sedimen yang mengendap. Selanjutnya besarnya endapan sedimen setiap tahunnya dipengaruhi oleh laju sedimen tahunan, efisiensi tangkapan dan berat volume keringnya. Laju sedimen tahunan Bendung Sei Tibun adalah sebesar 20.000 ton/thn, dengan efisiensi tangkapan sedimen sebesar 70%. Sedangkan berat volume keringnya sebesar 1,051 ton/m³. Sehingga untuk setiap tahunnya terjadi endapan sedimen di Bendung Sei Tibun sebesar :

$$Es = \left(\frac{0,7}{20.000} \times 1,051 \right)$$

$$E_s = 13.320,65 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Kapasitas Tampungan

Hasil pengukuran elevasi dasar Bendung Sei Tibun dengan bathimetri serta pengukuran

koordinat titik-titiknya dengan menggunakan alat bantu *Global Positioning System* (GPS), maka dapat dibentuk peta kontur seperti terlihat pada Gambar 4.


Gambar 4. Peta kontur Bendung Sei Tibun

Berdasarkan peta kontur yang diperoleh, dapat dihitung kapasitas tampungan berdasarkan luasan dan interval konturnya sesuai metode *Average End Area*. Pintu *intake* terletak pada elevasi $\pm 0,00$ sampai elevasi $-0,80$. Elevasi $\pm 0,00$ merupakan elevasi paling atas pintu *intake* sedangkan $-0,80$ merupakan elevasi dasar pintu *intake*. Hasil perhitungan selengkapnya untuk kapasitas tampungan Bendung Sei Tibun berdasarkan kenaikan elevasi sedimen terhadap ketinggian pintu *intake* Tibun (0,80 m) berdasarkan luasan dan interval konturnya disajikan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kapasitas tampungan berdasarkan luasan dan interval kontur

No.	Batas Elevasi	Volume Tampungan (m ³)	ΔV
1	$\pm 0,00$	74.805,11	7.961,20
2	-0,10	66.843,91	761,19
3	-0,20	66.082,72	4.361,20
4	-0,30	61.721,52	4.361,19
5	-0,40	57.360,33	4.361,20
6	-0,50	52.999,13	4.362,43
7	-0,60	48.636,70	4.359,96
8	-0,70	44.276,74	4.361,20
9	-0,80	39.915,54	39.915,54
		Σ	74.805,11

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. Waktu pengisian tampungan

No.	Batas Elevasi	ΔV (m ³)	Waktu Pengisian (tahun)
1	$\pm 0,00$	7.961,20	0,60
2	-0,10	761,19	0,06
3	-0,20	4.361,20	0,33
4	-0,30	4.361,19	0,33
5	-0,40	4.361,20	0,33
6	-0,50	4.362,43	0,33
7	-0,60	4.359,96	0,33
8	-0,70	4.361,20	0,33
9	-0,80	39.915,54	3,00
		Σ	5,62

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil analisa yang disajikan pada Tabel 4, dapat dilihat besarnya kapasitas tampungan mati Bendung Sei Tibun (elevasi lebih rendah dari elevasi dasar pintu *intake*) adalah sebesar 39.915,54 m³. Sedangkan untuk kapasitas tampungan seluruhnya adalah sebesar 74.805,11 m³ (sampai elevasi $\pm 0,00$).

Masih bersumber analisa debit aliran tahunan Bendung Sei Tibun sebesar $74,61 \times 10^6$ m³/tahun, besar angkutan sedimen total sebesar 20.000 ton/tahun, berat jenis sedimen 1,051 ton/m³ dan volume endapan sedimen 13.320,65 m³/tahun, maka dapat dihitung lama waktu pengisian kapasitas tampungan dengan sedimennya.

Waktu pengisian tampungan Bendung Sei Tibun dari elevasi 0.00 sampai -0.80 disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 5, maka dapat dilihat lama waktu pengisian tampungan mati eksisting Bendung Sei Tibun (sampai elevasi -0,80) yaitu selama 3 tahun, sedangkan lamanya waktu pengisian tampungan sedimen sampai terisi penuh (sampai elevasi $\pm 0,00$) adalah 5,62 tahun atau dengan kata lain volume Bendung Sei Tibun akan berkurang 17,81 % per tahunnya.

Analisis Tinggi Minimum Buka-an Pintu Pembilas

Periode pembilasan di Bendung Sei Tibun, analisis dilakukan sampai batas maksimum volume endapan sedimen yaitu sebesar 9.218,37 m³. Dengan laju endapan sedimen tahunan sebesar 13.320,65 m³/tahun, maka pembilasan dilakukan minimum setiap ± 8 bulan. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap periode pembilasan setiap 1 bulan, 2 bulan, 3 bulan, 4 bulan, 6 bulan dan 8 bulan.

Tinggi Minimum Bukaank Pintu Pembilas

Berdasarkan Kriteria Perencanaan (KP) - 02 untuk tujuan-tujuan perencanaan, biasanya diambil jarak waktu pembilasan yaitu satu atau dua minggu. Dalam perancangan operasi pembilasan disarankan untuk menggunakan debit pembilasan sebesar 120 % debit normal pengambilan dan diupayakan agar endapan di kantong sedimen dapat bersih dalam enam jam. Selain itu juga perlu diperhatikan kecepatan pembilasan sedimennya.

Sesuai dengan debit pembilasan yang disarankan, maka besarnya debit pembilas di Bendung Sei Tibun adalah sebesar 0,496 m³/det (120 % debit normal pengambilan), sehingga pembilasan dapat dilaksanakan jika ketinggian muka air minimum di atas pelimpah sebesar 9 cm (0,593 m³/det).

Dari hasil pengukuran debit aliran pada Tahun 2008, debit terendah yang selalu terjadi dengan peluang 100 % ialah Q_{100} adalah 0,783 m³/det. Sehingga jika dilihat dari persyaratan debit pembilasan, maka pembilasan dapat dilakukan kapan saja.

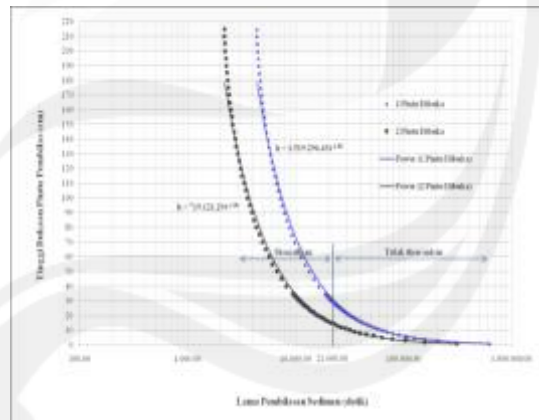
Ditinjau dari kecepatan pembilasan sedimennya, untuk membilas sedimen berupa pasir halus diperlukan kecepatan rata-rata 1,0 m/det. Sedangkan kecepatan minimum yang diperoleh dari hasil perhitungan kecepatan aliran melalui pintu pembilas yaitu sebesar 4,453 m/det. Sehingga dengan tinggi bukaank minimum yang diperoleh, maka sedimen dapat dibilas.

Untuk periode pembilasan di Bendung Sei Tibun, analisis dilakukan sampai batas maksimum volume endapan sedimen yaitu sebesar 9.218,37 m³. Dengan laju endapan sedimen tahunan sebesar 13.320,65 m³/tahun, maka pembilasan dilakukan minimum setiap ± 8 bulan.

Diskripsi Pola Bukaank Pintu Pembilas

Diskripsi Periode Pembilasan Sedimen 8 Bulan Sekali

Apabila pembilasan sedimen dilakukan setiap 8 bulan sekali maka dalam satu tahun akan dilaksanakan pembilasan sebanyak 1,5 kali. Dengan laju endapan sedimen Bendung Sei Tibun sebesar 13.320,65 m³/tahun, sehingga selama 8 bulan diperkirakan terjadi volume endapan sedimen sebesar 8.880,43 m³. Untuk membilas endapan sedimen tersebut dengan konsentrasi 30 % diperlukan volume air pembilas sebesar 29.601,44 m³. Dengan menggunakan perbandingan debit aliran yang melalui pintu pembilas, maka dapat dihitung tinggi bukaank pintu pembilasnya. Hasil analisis tinggi bukaank pintu pembilas dan lamanya waktu pembilasan untu periode pembilasan setiap 8 bulan, dapat dilihat seperti Gambar 5 di bawah ini.



Sumber: Hasil Analisis

Gambar 5. Hubungan tinggi bukaank pintu Pembilas dan lama waktu pembilasan untuk periode pembilasan setiap 8 Bulan

Masih bersumber dari Gambar 5 di atas dapat diketahui tinggi minimum bukaank pintu pembilas untuk periode pembilasan setiap 6 bulan yaitu sebesar 31,7 cm (1 pintu dibuka) dan 15,0 cm (2 pintu dibuka). Sehingga dari Gambar di atas, sisi sebelah kanan dari tinggi minimum bukaank pintu, tidak disarankan untuk pembilasan. Sedangkan sisi sebelah kirinya disarankan untuk pembilasan.

Tabel 6. Periode pembilasan dengan tinggi minimum bukaan pintu pembilasan Bendung Sei Tibun

Periode Pembilasan	Tinggi Minimum	Bukaan Pintu
	1 Pintu (cm)	2 Pintu (cm)
1 bulan sekali	3,6	1,7
2 bulan sekali	7,6	3,6
3 bulan sekali	10,7	5,1
4 bulan sekali	14,8	7,0
6 bulan sekali	23,1	10,9
8 bulan sekali	31,7	15,0

Sumber: Hasil Perhitungan

Diskripsi Periode Pembilasan Sedimen Untuk Berbagai Periode Waktu

Dari analisis terhadap periode waktu pembilasan 1 bulan sekali, 2 bulan sekali, 3 bulan sekali, 4 bulan sekali, 6 bulan sekali, dan 8 bulan sekali diperoleh tinggi minimum bukaan pintu pembilasnya. Berikut ini adalah hasil analisis tinggi minimum bukaan pintu pembilas Bendung Sei Tibun dari beberapa periode waktu pembilasan berdasarkan durasi pembilasan maksimum 6 jam, seperti terlihat pada Tabel 6.

Masih bersumber dari Tabel 6 di atas, dapat dilihat bahwa semakin lama periode pembilasan sedimen dilaksanakan, maka tinggi minimum bukaan pintu pembilas juga akan semakin besar. Apabila pembilasan dilakukan kurang dari tinggi minimum bukaan pintu pembilasnya, maka pembilasan tersebut tidak disarankan. Hal ini dikarenakan volume endapan sedimen tidak dapat dibilas semuanya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang kajian analisis tinggi bukaan pintu pembilas terhadap laju sedimentasi tahunan pada Bendung Sei Tibun menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut; (1) Sei Tibun merupakan sungai dengan kategori *parennial* yang artinya debit airnya selalu tersedia sepanjang tahun dengan $Q_{100} = 783$ liter/dt. Berdasarkan kebutuhan air irigasi eksisting, tinggi bukaan pintu *intake* Tibun terbesar terjadi pada saat bulan Februari periode I yaitu sebesar 10 cm, Kabupaten Kampar yang telah membantu memberikan informasi terutama berkenaan

sehingga elevasi penambahan endapan sedimen maksimal yang boleh terjadi di Bendung Sei Tibun sampai elevasi pintu pengambilan adalah -0,10 m; (2) Sedimen suspensi harian berkorelasi positif dengan debit aliran harian dalam persamaan regresi pangkatnya adalah $Q_s = 7,053 Q_w^{1,814}$ dengan koefisien korelasinya (r) = 0,897; (3) Laju endapan sedimen tahunan Bendung Sei Tibun adalah sebesar 13.320,65 m³ dengan kapasitas tampungan eksisting sebesar 74.805,11 m³ Sehingga volume Bendung Sei Tibun akan berkurang 17,81 % setiap tahunnya; (4) Guna menjaga agar fungsi layan Bendung Sei Tibun lebih lama, maka diperlukan pembilasan secara rutin dan berkala yaitu minimal setiap 8 bulan sekali dengan tinggi minimum bukaan pintu pembilas yaitu sebesar 31,7 cm untuk pengoperasian 1 pintu pembilas selama 6 jam. Sedangkan jika dilakukan pengoperasian 2 pintu pembilas dengan durasi pembilasan yang sama, maka tinggi minimum bukaan pintu pembilas yaitu sebesar 15,0 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada (1) Ketua Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah mendanai penelitian melalui Dana PNBPU Universitas Riau untuk Skema Penelitian Berpotensi Paten pada tahun 2012. (2) Ketua Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau yang telah memberi ijin guna pengujian terhadap sampel muatan layang (*suspended load*) dan sampel muatan dasar (*bed load*). (3) Dinas Pekerjaan Umum (DPU) data pencatatan debit di atas mercu bendung Sei Tibun. (4) Saudara Rafik Fajar Yunansyah, SPI,

MSi yang telah berkenan membantu kesempurnaan dalam penulisan abstrak. (5) Segenap mitra bestari yang berkenan merekomendasikan untuk menghasilkan artikel terbit pada Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Jogjakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008, *Aliran Melalui Lubang dan Peluap*, Available at: <URL: <http://surososipil.files.wordpress.com/2008/08/bab-viii.pdf> > [Accessed 07 April 2011]
- Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Bagian 2: Batuan, Sedimen, Agregat*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Bagian 8: Bendung, Bendungan, Sungai, Irigasi, Pantai*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Bowles, J.E., 1993, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) Edisi Kedua*. Erlangga. Jakarta
- Chow, V.T., 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulic)*. Erlangga. Jakarta
- Graf W.H., 1984, *Hydraulics of Sediment Transport*. Book Crafters Inc. Chelsea, Michigan, U.S.A
- Ilyas, M.A., 1995, *Prediksi Laju dan Distribusi Sedimentasi Pada Rencana Waduk PLTA Kota Panjang-Riau, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XII Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI)*, Surabaya